



⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Gebrauchsmuster**  
⑩ **DE 296 08 713 U 1**

⑤ Int. Cl. 8:  
**B 01 F 5/06**

⑪ Aktenzeichen:	296 08 713.0
⑫ Anmeldetag:	14. 5. 96
⑬ Eintragungstag:	8. 8. 96
⑭ Bekanntmachung im Patentblatt:	19. 9. 96

⑮ Inhaber: Wittek, Axel, 25582 Hohenaspe, DE	
⑯ Vertreter: Olbricht, K., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 35096 Weimar	

⑰ Dispergiereinrichtung

DE 296 08 713 U 1

DE 296 08 713 U 1

13.05.1996  
G 790 - Ot/kt

Axel Wittek, Am Sportplatz 6, 25582 Hohenaspe

---

## Dispergiereinrichtung

---

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Dispergiereinrichtung gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Derartige Einrichtungen werden verwendet, um verschieden viskose Stoffe innig miteinander zu vermischen. Typische Beispiele sind die Herstellung eines Fruchtsaftgetränks durch Einmischen eines Obstsirups in Wasser oder das Mischen mittel- bis hochviskoser Salben, Knetmassen u.dgl. Herkömmliche Apparate haben elektromotorisch angetriebene Werkzeuge, die als Rotor-Stator-Systeme ausgebildet sein können. Für diese sind Bezeichnungen wie Dispax-Reactor, X-Generator, Y-Zyclon usw. eingeführt worden. Sie haben coaxial ineinandergeschachtelte Zahnkörbe unterschiedlicher Gestaltung, je nach den in der verarbeitenden Industrie gegebenen Mischaufgaben, wobei das Mischgut durch aneinander vorbeierotierende und zwischendurch fluchtende Kanäle hindurchtretend homogenisiert wird. Die Förderkanäle können in Radialrichtung verlaufen oder dazu schräg stehen, auch mit abwechselnder Neigung, so daß am Scherspalt unterschiedliche Geschwindigkeits-Komponenten auftreten.

Eine in DE 32 20 092 A1 beschriebene Vorrichtung hat einen inneren Rotor und einen äußeren rohrförmigen Stator mit einem verstellbaren coaxialen Ring, um die Schlitzbreite zwischen den Statorzähnen nach Bedarf verändern zu können. Nachteilig ist hierbei, daß es in gewinkelt-nutförmigen Räumen und Spalten zur Anhäufung und Festsetzung von Materialrückständen kommen kann, was nicht nur den

Wirkungsgrad mindert und Hygieneprobleme aufwerfen kann, sondern nach Stillstand beim Wiederanlaufen auch unerwünschten Ausstoß von ungenügend dispergierten Grobpartikeln bewirkt.

Zur Abhilfe ist in DE 43 12 835 A1 vorgeschlagen worden, Stator und Rotor zweiteilig auszubilden. Beide Teile haben jeweils einander entgegengerichtete Axialfinger; ein axialfester Teil wirkt mit einem axialverstellbaren Teil zusammen, um die Durchbruchs-Querschnitte dazwischen zu variieren, sei es im Stillstand oder im Betrieb. Die Anordnung erfordert eine vergrößerte Baulänge bzw. -höhe und beträchtlichen Konstruktions-Aufwand für die Verstellmittel.

Die Erfindung hat weitere Verbesserungen zum Ziel, die zur Optimierung der Behandlungs-Bedingungen wesentlich beitragen sollen. Insbesondere wird angestrebt, mit geringstmöglichem Aufwand eine Einrichtung zu schaffen, die namentlich mittel- bis hochviskose Stoffe in verkürzter Zeit gleichmäßig zu mischen vermag. Der Aufbau soll übersichtlich und vielfältig abwandelbar sein, um auch speziellen Anforderungen der industriellen Praxis nachkommen zu können.

Eine Dispergiereinrichtung für fließfähiges, insbesondere hochviskoses Mischgut, z. B. pastöse Massen, mit wenigstens einem Rotor-Stator-System, das an oder nahe einem Behälterboden angeordnet ist, an welchem ein mit einem Zahnkranz versehener Stator befestigt und ein Gehäuse vorgesehen ist, das ein Lager mit Gleitringdichtung für einen Rotor mit darauf kranzförmig angeordneten Ansätzen aufweist, die achsparallel zwischen die Zähne des Stators greifen, wodurch als Scherspalt wirkende Kanäle zwischen Stator und Rotor bei dessen Umlauf nacheinander freigegeben und verdeckt werden, zeichnet sich laut Anspruch 1 erfindungsgemäß durch solche Gestalt und Bemessung der Zähne und/oder der Ansätze aus, daß bei Verstellung des Axialabstandes zwischen Stator und Rotor sich das Scherspaltvolumen überproportional ändert. Letzteres hat, wie praktische Tests erwiesen haben, einen wesentlichen Einfluß auf den dadurch außerordentlich intensivierten Dispergier- bzw. Emulgiervorgang. Dabei ist es erfindungsgemäß nicht erforderlich, etwa in der Art von DE 43 12 835 geteilte Rotoren und geteilte Statoren vorzusehen, die je einen axialfesten Körper und ein Gegenstück mit Basis- und Gegenfingern aufweisen. Vielmehr sind nach der Neuerung einteilige Rotor- und Statorkörper unmittelbar gegeneinander axialverstellbar, was baulich eine große Vereinfachung bedeutet.

Die Statorzähne und/oder die Rotoransätze sind laut Anspruch 2 – in Querschnitt und/oder Abwicklung gesehen – trapezförmig oder trapezähnlich gestaltet, wobei die Scherflächen so gewählt werden können, daß die zur Rotorachse hin geringere Umfangsgeschwindigkeit kompensiert wird. Diese Ausbildung bringt beachtliche technische Effekte und kann sich grundlegend von herkömmlichen Zahnformen unterscheiden, welche im wesentlichen rechteckig sind bzw. von Radialstrahlflächen begrenzte Bogensegmente aufweisen. Bevorzugt sind keilartige Strukturen vorgesehen, die den Strömungsverlauf durch die Dispergiereinrichtung hindurch systematisch ändern, namentlich indem gemäß Anspruch 3 umfangseitig jeweils eine kurze Trapezseite der Statorzähne einer langen Trapezseite eines Rotoransatzes gegenübersteht, so daß die zwischen Stator und Rotor gebildeten Kanäle etwa prisma- oder prismoidförmiges Volumen haben. Bei gleichem Volumenstrom werden auf diese Weise innerhalb der Spalte und Kanäle unterschiedliche Flächenanteile und Abreißkanten mit unterschiedlichen Lokalgeschwindigkeiten wirksam, so daß zusätzliche Verwirbelungen mit erhöhten Scherkräften einhergehen. Wie bei herkömmlichen statischen Mischern wird so mit einfachsten Mitteln eine Aufspaltung der Gesamtströmung in Volumenteilströme erreicht, wobei axiale Beschleunigung zu hoher Energiedichte beiträgt, was eine beträchtliche Steigerung des Dispergier-effekts ergibt. Stellmechanismen zur Änderung der Schlitzbreite sind nicht erforderlich.

Anspruch 4 sieht vor, daß innerhalb einzelner oder aller Zahn- und/oder Ansatzkränze der Trapez-Öffnungswinkel unterschiedlich ist, etwa indem er gemäß Anspruch 5 bei aufeinanderfolgenden und/oder sich gegenüberstehenden Zähnen bzw. Ansätzen abwechselnd enger und weiter ist. Mit solchen Zahn- und Lückenformen erzielt man besonders hohe Wirkungsgrade. Die Zähne und/oder Ansätze können auch unterschiedlich flache Segmente aufweisen, so daß z. B. niedrige und höhere Zähne in verschiedensten Abfolgen über den Umfang verteilt sind. Wahlweise oder zusätzlich können sie zur Axialrichtung verschieden gerichtete Flächen aufweisen, die eine Verstärkung des Axialschubs und unterschiedliche Durchlaßkonturen erzeugen. Besonders vorteilhaft ist die Ausbildung gemäß Anspruch 6, wonach die Zähne und/oder Ansätze so gestaltet und bemessen sind, daß das Verhältnis ihrer wirksamen Scherflächen zur Umfangsgeschwindigkeit im wesentlichen radiusunabhängig ist.

Die überproportionale Veränderbarkeit des Spaltvolumens kann nach der Neuerung unabhängig von der Rotationsgeschwindigkeit sein, doch sieht Anspruch 7 alternativ eine Veränderbarkeit der Spaltgeometrie in Abstimmung auf die jeweilige Rotor-Drehzahl vor, um die Einrichtung gerade auch bei drehzahlgeregelten Maschinen einsetzen zu können.

Gemäß dem unabhängigen Anspruch 8 ist der Rotor von einem Motor antreibbar, der einen Lüfter und eine Hohlwelle hat, auf welche lüfterseitig eine Stellvorrichtung aufgeschraubt ist, mittels deren die Axialposition des Rotors durch Axialverstellung seiner Welle innerhalb des gehäusefest am Behälterboden montierten Motors einstellbar ist. Man erzielt den Axialhub des Rotors also durch unterschiedliche Positionierung der Antriebswelle innerhalb des stationär befestigten Motors. Die Stellvorrichtung ist nicht viel größer als die Hohlwelle und erlaubt die Verwendung handelsüblicher Lüfterräder.

Zweckmäßig ist laut Anspruch 9 eine Stellvorrichtung mit einer Schraubkappe vorhanden, die von einer zentrischen, an der Rotorwelle angreifenden Stellschraube durchsetzt und mit einem Arretierelement versehen ist. Nach Anspruch 10 ist die Stellschraube mit einem Steckschlüssel betätigbar und mit einem Arretier-Kopf konterbar, so daß die Verstellung rasch und zuverlässig vor sich geht. Dabei kann der Motorlüfter abgedeckt bleiben; so ist für optimalen Arbeitsschutz gesorgt.

Anspruch 11 sieht zur Begrenzung der Rotorverstellung zwei Anschläge vor, nämlich einerseits eine Durchmesserstufe der Welle am abtriebsseitigen Ende der Motor-Hohlwelle und andererseits eine lösbare Axialfixierung, z.B. einen Seegerring, am lüfterseitigen Ende der Welle. Diese konstruktiv einfache Ausbildung erlaubt schnelle Montage und Demontage der Welle, was für die Wartung und Instandhaltung sehr günstig ist.

Für die Rotorverstellung in großem Bereich, z.B. um 20 mm und mehr, genügen herkömmliche Gleitringdichtungen nicht. Gemäß Anspruch 12 ist deshalb erfindungsgemäß vorgesehen, daß auf der Welle eine doppelwirkende Gleitringdichtung axialverschieblich angeordnet ist, zu deren Drehmitnahme ein in einer Axialnut der Welle verschiebbarer Paßfederstift vorhanden ist. Die Gleitringdichtung ist zweckmäßig als gefederte Back-to-Back-Anordnung ausgebildet. Ist nun die Kraft ihrer Federung größer als die Haftreibung ihrer O-Ringe an der Welle, so kann die Welle

14.05.95

sozusagen unter der Gleitringdichtung hindurchgeschoben werden, ohne daß die Drehmoment-Übertragung beeinträchtigt würde. Das wird laut Anspruch 13 dadurch erleichtert, daß die Welle im Bereich der O-Ringe der Gleitringdichtung reibungsarm ausgebildet ist, z.B. durch reibungsmindernde Beschichtung, eine Teflonhülse o.dgl.

Die Dispergierwirkung wird im Einklang mit Anspruch 14 dadurch unterstützt, daß der Rotor an seiner Unterseite Förderorgane hat, namentlich Schaufeln an einem rotierenden Gegenring mit in Axialrichtung verschiedenen Flächen, die unterschiedliche Durchlaß-Konturen erzeugen. Er kann ferner nach Anspruch 15 oberhalb des Stators weitere Axialförderorgane aufweisen, die zum Laufrad hin fördern und durch eine zusätzliche Pumpwirkung das bessere Ansaugen von aufschwimmenden Produkten ermöglichen. Damit ist eine vorteilhafte Erhöhung der axialen Reichweite verbunden, und im Zusammenspiel mit den trapezförmigen Statorprofilen entstehen sich fortlaufend schließende und öffnende Konturwechsel, die zusätzliche Verwirbelungen erzeugen.

Dadurch, daß dem Rotor laut Anspruch 16 saugseitig ein Sieb, Lochblendenkorb o.dgl. vorgeordnet ist, wird das Eindringen von Verunreinigungen und Fremdkörpern in das Rotor-Stator-System weitestgehend verhindert.

Wenn gemäß Anspruch 17 zumindest ein weiterer Ansatzkranz des Rotors dem Zahnkranz des Stators und/oder einem weiteren Stator-Zahnkranz zugeordnet ist, wird die Dispergierwirkung entsprechend intensiviert.

Sehr günstig ist die Anordnung von Anspruch 18 mit solcher Periodizität und Versetzung der Statorzähne und Rotoransätze, daß sich in Umfangsrichtung jeweils die  $n$ -ten Kanäle offen gegenüberstehen, wobei  $n$  eine ganze Zahl ist, bevorzugt  $n = 3$  oder 4 oder 5. Das Produkt wird also auf kurzer Wegstrecke mehrfach abgebremst und beschleunigt, indem tangentiale Geschwindigkeitsänderungen rasch aufeinanderfolgen, ehe die sequentielle Freigabe in der nächsten Durchlaßposition stattfindet. Die so bewirkte hohe Energiedichte in den Spalten bzw. Kanälen führt zu schneller, intensiver Vermischung.

Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus dem Wortlaut der Ansprüche sowie aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung. Darin zeigen:

295087 13

- Fig. 1a eine schematisierte Teil-Schnittansicht wesentlicher Elemente einer Dispergiereinrichtung mit einem Rotor-Stator-System,
- Fig. 1b eine Draufsicht auf das Rotor-Stator-System in der Schnittebene Ib-Ib von Fig. 1a,
- Fig. 2 eine Seitenansicht, teilweise im Schnitt, einer Gleitringdichtung,
- Fig. 3 eine Schnittansicht einer anderen Bauform einer Dispergiereinrichtung,
- Fig. 4a eine Draufsicht auf ein Rotor-Stator-System der Einrichtung von Fig. 3,
- Fig. 4b ein vergrößertes Detail zu Fig. 3,
- Fig. 5a eine Draufsicht auf einen Rotor,
- Fig. 5b eine Schnittansicht des Rotors von Fig. 5a,
- Fig. 5c einen Schnitt entsprechend den angepeilten Ebenen in Fig. 5a,
- Fig. 6a eine Draufsicht auf einen Statorteil, teilweise im Schnitt,
- Fig. 6b eine Schnittansicht des Statorteils von Fig. 6a,
- Fig. 7a eine Draufsicht auf einen weiteren Statorteil,
- Fig. 7b eine Schnittansicht des Statorteils von Fig. 7a,
- Fig. 7c einen Ausschnitt ähnlich Fig. 7b, jedoch von einer abgewandelten Ausführungsform,
- Fig. 8a eine schematisierte Teildraufsicht auf ein Rotor-Stator-System,
- Fig. 8b einen Ausschnitt ähnlich Fig. 5c, jedoch für das Rotor-Stator-System gemäß dem Schema von Fig. 8a,
- Fig. 9 eine Reihe von Abwicklungen des Rotor-Stator-Systems von Fig. 8a, gesehen in Radialrichtung,
- Fig. 10 eine Teildraufsicht ähnlich Fig. 8a, jedoch von einer abgewandelten Ausführungsform,
- Fig. 11 eine Schnittansicht einer Rotorlagerung mit Gleitringdichtung,
- Fig. 12 eine Schnittansicht einer Rotorlagerung mit Gleitringdichtung einer anderen Bauform und
- Fig. 13 eine Schnittansicht noch einer anderen Rotorlagerung mit Gleitringdichtung.

14.05.96

Man erkennt in Fig. 1a Hauptbestandteile eines allgemein mit 10 bezeichneten Rotor-Stator-Systems, das an einem (hier nicht gezeichneten) Gehäuse einen Flansch oder Rohrstutzen 11 mit daran befestigtem Stator 14 aufweist. Diesem steht ein Rotor 30 gegenüber, welcher dem Stator 14 zugewandt Ansatzkränze 34, 38 mit Ansätzen 35 und an seiner Unterseite Schaufeln 49 hat und welcher mit einer Schraubbefestigung 33 an einer Welle 43 drehfest montiert ist.

Man sieht ferner aus Fig. 1a, daß eine mit einem Gehäuse 69 und darin angeordneten O-Dichtringen 71, 78 versehene Gleitringdichtung 32 die Welle 43 umgibt. Gleitflächen 52 eines Ringkörpers 70 sowie eines Gleitringes 72 und ein von diesem gefaßter O-Ring 65 liegen dicht an der Welle 43 an. Der Gleitring 72 ist über eine Druckfederung 65 an einem Stellring 26 abgestützt, welcher auf der Welle 43 befestigt ist. Diese hat eine Durchmesserstufe 56, bis zu der die Welle 43 in einer mit der Gleitringdichtung 32 verbundenen Hohlwelle 57 eines (schematisch angedeuteten) Motors 40 verschiebbar ist. Am unteren Ende 67 der Hohlwelle 57 bildet ein Seegering 59 einen Gegenanschlag. Das untere Wellenende 67 hat ein Außengewinde 66, das mit einer Kappe 61 schraubt. Diese wird von einer Stellschraube 62 durchsetzt, die in ein Gewindeloch 58 am unteren Ende der Welle 43 eingreift. Zur Konterung ist ein die Stellschraube 62 führender Arretier-Kopf 63 vorgesehen, der zur Betätigung an einer Rändelung 64 erfaßt werden kann.

Fig. 2 zeigt ein Beispiel einer anderen Gleitringdichtung 32 mit einem zweiteiligen Gehäuse 69 und zwei zumindest im wesentlichen gegengleichen Anordnungen je eines Ringkörpers 70 bzw. 70', der mit einem O-Ring 71 bzw. 71' gegenüber dem Gehäuse 69 abgedichtet ist und dessen innere Stirnseite an einem Gleitring 72 bzw. 72' anliegt. Dieser hält einen an der Welle 43 anliegenden O-Ring 73 bzw. 73' und ist von einem Druckring 74 bzw. 74' belastet. Ein mittiger Mitnehmer 75 hält achsparallele Druckfedern 77, welche auf die Druckringe 74, 74' wirken, um die Ringanordnungen 74/72 bzw. 74'/72' axial an die Ringkörper 70 bzw. 70' und diese an die O-Ringe 71 bzw. 71' zu pressen. Zur Drehmoment-Übertragung dient ein Paßfederstift in Form eines den Mitnehmer 75 radial durchsetzenden Gewindezapfens 76, der in einer Axialnut 68 der Welle 43 längsverschieblich geführt ist, um deren axiale Relativversetzung gegenüber der Gleitringdichtung 32 bzw. der Hohlwelle 57 zu ermöglichen. Halteschrauben 79, 79' dienen zur Befestigung der Ringkörper 70, 70' an den Gehäuseteilen 69, zwischen denen ein Einlagering 78 für Abdichtung sorgt.

29.08.97 13



Im Ausführungsbeispiel der Fig. 3 ist ein Rotor-Stator-System über einen Rotor-Stutzen 11 an einen Behälterboden 12 angeflanscht. Das System 10 hat einen mit zwei Zahnkränzen 16, 18 versehenen Stator 14 und einen Rotor 30. Dessen Welle 13 ist einstückig oder starr verbunden mit der Welle 43, die von dem gestrichelt angedeuteten Motor 40 angetrieben wird. Letzterer ist mit einem Flansch 41 und Abstandsstücken 42 an dem Statorgehäuse 20 befestigt. Zwischen letzterem und dem Flansch 41 befindet sich ein Rohrgehäuse 48, das mit Radialabstand die Rotorwelle 13 umgibt und für diese in seinen oberen und unteren Teilen je eine Lagerdichtung 25 aufweist.

Wie man besser aus Fig. 4a ersieht, bildet das Gehäuse 20 mit seiner Innenwandung über einen Umfangswinkel von mehr als  $180^\circ$  einen Abschluß 21, der als Umlenkeinrichtung 22 für die Produktströmung wirkt. Diese ist allgemein mit Hohl Pfeilen gekennzeichnet. Das Gehäuse 20 setzt sich in der Art einer Konusbox als Strömungsbeschleuniger 50 fort (rechts im Bild), der in eine Rücklaufleitung 24 übergeht. Im Auslaß 23 innerhalb des Strömungsbeschleunigers 50 ist ein Abstreifer 27 als Druckausgleicher gehäusefest angeordnet.

Die Hauptelemente dieses Rotor-Stator-Systems 10 gehen einzeln aus den Fig. 5a bis 7c und im Zusammenbau aus den Fig. 3 und 4a hervor. Man erkennt, daß der Stator 14 (Fig. 6a + 7a) einen Flansch 15 in Form eines Innenkorbs mit einem ersten Zahnkranz 16 aufweist, während ein zweiter Flansch 19 als Außenkorb mit einem zweiten Zahnkranz 18 versehen ist. Die Zähne 17 des zweiten Zahnkranzes 18 sind zumindest in Axialrichtung als trapez- oder trapezoidförmige Finger gestaltet, die – wie Fig. 7c zeigt – unterschiedliche Axiallänge haben können. Auch die Zähne des ersten Zahnkranzes 16 können konisch gestaltet sein, doch sind bei der Bauform gemäß Fig. 6b herkömmliche Geradzähne dargestellt.

Der Rotor 30, dessen Drehrichtung allgemein mit einem Bogenpfeil gekennzeichnet ist, hat einen inneren Ansatzkranz 34 mit Ansätzen 35, die zahnähnlich gestaltet sein können und zur Axialrichtung A insbesondere nach außen aufwärtsgerichtete Schrägfläche 37 haben. Am Umfang des Rotors 30 zeigt er einen zweiten Ansatzkranz 38 mit Zähnen, die schmaler als die Zähne 35 des inneren Ansatzkranzes 34 sein können und ebenfalls Schrägflächen 37 haben.

Der Flansch 15 des Innenkorbs übergreift den Außenkorb-Flansch 19 konzentrisch. Zwischen den Stator-Zahnkränzen 16, 18 besteht ein solcher Radialabstand, daß der zweite Ansatzkranz 38 des Rotors 30 dazwischen berührungsfrei vorbeiläuft. Innen wird der erste Ansatzkranz 34 des Rotors 30 vom ersten Zahnkranz 16 des Stators 14 berührungsfrei umschlossen. Die Zähne 16 ragen in Kanäle 45, die beim Umlauf des Rotors 30 an den Statorzähnen 16 bzw. 17, 18 periodisch Lücken vorfinden, durch die das in Axialrichtung A eintretende Produkt radial austreten kann, wobei es in engen Spalten 28, 29 bei hoher Umfangsgeschwindigkeit eine beträchtliche Scherung erfährt. Austretendes Produkt wird z. T. über den Strömungsbeschleuniger 50 direkt in die Rücklaufleitung 24 abgeführt, während ein weiter umlaufender Volumenanteil an den Abschluß 21 zurückgeführt und dann erneut ausgestoßen wird. Der Abstreifer 27 sorgt für die Lenkung des Produktstroms durch den Auslaß 23 in die Rücklaufleitung 24, wogegen der umlaufende Volumenanteil unter dem Laufrad an der Unterseite 31 des Rotors 30 entlang abgeführt wird.

Rein schematisch veranschaulicht Fig. 8a, wie die Anordnungen der Zahn- und Ansatzkränze eines Rotor-Stator-Systems 10 ineinandergreifen und zusammenwirken. Die Anzahl und Größe der gezeichneten Zähne bzw. Ansätze kann in der Praxis von dem dargestellten Ausführungsbeispiel stark abweichen. Man erkennt aber, daß die Zähne 17 z.B. des Stator-Kranzes 18 sich in Radialrichtung konisch erweitern können, so daß die dunkel gehaltenen Deckflächen Bogensegmente von trapezoidförmiger Gestalt sind. Strichpunktiert sind die Zahnflanken angedeutet, während der Zahngrund hell gelassen ist. Analog sind die Ansätze 35 des Rotor-Ansatzkranzes 38 dargestellt, wobei hier die Scheitelflächen kreuzschraffiert sind. Zwischen dem inneren Zahnkranz 16 und dem inneren Rotor-Ansatzkranz 34 befindet sich ein schmaler Innenspalt 28; ein vorzugsweise gleich bemessener schmaler Außenspalt 29 ist zwischen dem äußeren Rotor-Ansatzkranz 38 und dem äußeren Stator-Zahnkranz 18 vorhanden. Der Ausschnitt von Fig. 8b zeigt, daß die Zähne 17 bzw. 35 in wechselnder Folge unterschiedlich hoch und mit Flachsegmenten 47 versehen sein können, wobei kurze Trapezseiten 44 jeweils langen Trapezseiten 46 gegenüberstehen. Mit  $w$  ist wiederum der Axialabstand (in diesem Bild die engste Axialdistanz) zwischen Stator 14 und Rotor 30 bezeichnet.

Die Stellung des Ansatzkranzes 38 in der Darstellung von Fig. 8 entspricht dem Abwicklungs-Teilbild d in Fig. 9, wo der Vorbeilauf des Ansatzkranzes 38 an dem zweiten Zahnkranz 18 (radial von innen nach außen betrachtet) erkennen läßt, wie sich der Querschnitt der Öffnungen von der Maximalgröße (Teilbild a) bis zu einer

Stellung größter Verengung (Teilbild d) und wieder zu größerer Öffnung hin (Teilbild f) ändert. Es hängt von der Konfiguration der Zähne bzw. Ansätze und ihrer Umfangsverteilung ab, wie oft sich dies pro Umlauf abspielt. Die Gestaltung kann insbesondere so gewählt sein, daß sich Rotor- und Statorkanäle nur bei jedem  $n$ -ten Kanal offen gegenüber stehen, wobei bevorzugte Werte  $n = 3$  oder  $4$  oder  $5$  sind.

Fig. 10 läßt erkennen, daß die Trapezform in Draufsicht auch abwechselnd gewählt werden kann, so daß z. B. sich nach außen erweiternde Kanäle 45 des ersten Zahnkranzes 16 im äußeren Ansatzkranz 38 auf sich nach außen verengende Kanäle treffen, die ihrerseits im zweiten Zahnkranz 18 nach außen sich erweiternde Kanäle 45 vorfinden. Solche Anordnungen tragen erheblich dazu bei, daß von innen nach außen durchströmendes Produkt mehrfache Verzögerungen und Beschleunigungen erfährt, welche zusätzliche Verwirbelungen mit erhöhten Scherkräften auslösen und damit die Dispergierung erheblich vorantreiben.

Saugseitig kann ein (nicht dargestellter) Lochblendenkorb dem Rotor-Stator-System 10 vorgeschaltet sein. Dadurch wird das Eindringen von Verunreinigungen und Fremdkörpern weitestgehend verhindert.

Man entnimmt der Fig. 11, daß der Rotor 30 an seiner Unterseite 31 einen rotierenden Sitz bildet oder hat, um eine bevorzugt doppeltwirkende Gleitringdichtung 32 mit ihrem rotierenden Sitz aufzunehmen. Ein rotierender Gegenring 39 mit Schaufeln 49 kann den Produktaustrag unterhalb des Rotors 30 fördern.

Fig. 12 läßt erkennen, daß auf dem Rotor 30 zusätzlich ein den Stator 14 überragender Aufsatz oder wenigstens ein Flügel 36 angebracht sein kann, der zum Rotor 30 hin fördert und mithin zum besseren Ansaugen von aufschwimmenden Produkten beiträgt. Außerdem kann eine Dampfzuführeinrichtung 51 vorhanden sein, z. B. in Form einer Bohrung durch die Rotorwelle 43, um die Gleitflächen im Inneren der Gleitringdichtung 32 zur notwendigen Hygiene sicher auf Sterilisationstemperatur zu bringen. Rechts in Fig. 12 ist ein entsprechender Dampfkanal 53 veranschaulicht, der wahlweise oder zusätzlich an einer Umfangsstelle der Gleitringdichtung 32 gehäufesfest angebracht sein kann. In der Ausführungsform von Fig. 13 führt ein Dampfkanal 53' in den Raum der Laufradbefestigung über dem Niveau der Gleitflächen 52 innerhalb der Gleitringdichtung 32. Zumindest Teile der Laufradabdichtung 55 können auf diese Weise mitsterilisiert werden. Das unterstützt die sichere Entlüftung im Bereich der Gleitflächen 52.

Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsformen beschränkt. Man erkennt vielmehr, daß zahlreiche Varianten möglich sind. So können die Zähne 17 bzw. Ansätze 35, 38 entweder nur in Axialrichtung A oder nur in Radialrichtung oder in beiden Dimensionen verjüngt gestaltet sein, aus Gründen vereinfachter Fertigung insbesondere ähnlich steilen Pyramidenstümpfen, doch sind auch unterschiedliche Kombinationen möglich und erfindungsgemäß vorgesehen. Ebenso sind die Form der Schrägflächen 37, die Anzahl und Größe der Flachsegmente 47, die Umfangsverteilung der Zähne 17 bzw. 35, die Formgestaltung der Zahnkränze 16, 18 usw. in vielfältiger Weise kombinierbar, zweckmäßig jedoch stets so, daß eine kurze Trapezseite 44 der Statorkanäle einer langen Trapezseite 46 eines Rotoransatzes 35 gegenübersteht (vergleiche Fig. 8b). Wesentlich für das Vergleichmäßigen bzw. Dispergieren von fließfähigem Mischgut wie pastösen Massen ist, daß es aus einem Behälter durch Scherspalte des Rotor-Stator-Systems 10 hindurch einem Produkt- auslaß zugeführt wird, wobei dem Mischgut auf kurzer Strecke Mehrfach-Richtungsänderungen derart aufgezwungen werden, daß die lokale Energiedichte des Mischgutstroms in Scherspalten von einstellbar veränderlichem Volumen durch radial, tangential und axial gerichtete Geschwindigkeits-Änderungen maximiert wird.

Allgemein zeichnet sich die Dispergiereinrichtung nach der Erfindung durch ein zweckmäßig an einem Behälterboden 12 angeordnetes Rotor-Stator-System 10 aus, bei dem Ansätze 35 eines Rotors 30 achsparallel zwischen Zähne 17 eines Stators 14 greifen. Als Scherspalte wirkende Kanäle 45 werden beim Rotorumlauf nacheinander freigegeben und verdeckt. Die Statorzähne 17 und/oder die Rotoransätze 35 sind – in Querschnitt und/oder Abwicklung gesehen – trapezförmig oder trapezähnlich gestaltet, so daß die Kanäle 45 etwa prisma- oder prismoidförmiges Volumen haben, das bei Veränderung des Axialabstandes zwischen Rotor 30 und Stator 14 überproportional ab- oder zunimmt. Die Zähne 17 und/oder Ansätze 35 können unterschiedlich flache Segmente 47 und/oder zur Axialrichtung A geneigte Flächen 37 aufweisen, die zusätzlichen Axialschub und unterschiedliche Durchlaß-Konturen erzeugen. Die Periodizität und Versetzung kann so gewählt sein, daß sich in Umfangsrichtung jeweils die n-ten Kanäle offen gegenüberstehen, wobei bevorzugt  $n = 3$  oder 4 oder 5 ist. Durch Umlenkeinrichtungen 22 neben dem Rotor-Stator-System 10 ist Mischgut einseitig an einen Gehäuseabschluß 21 gegenüber dem Auslaß 23 sowie unter dem Rotor 30 hindurch förderbar; ein Druckausgleicher oder Abstreifer 27 verhindert störende Kurzschluß-Strömung. Der Rotor 30 kann an

14.05.96

seiner Unterseite 31 einen rotierenden Gegenring 39 mit Schaufeln 49 und oberhalb des Stators 14 Flügel 36 aufweisen. Eine doppelwirkende Gleitringdichtung 32 mit Gleitflächen 52 ist auf der Welle 43 zwischen Anschlägen 56, 59 axialverschieblich, wobei die Drehmoment-Übertragung durch einen nutgeführten Paßfederstift oder Gewindezapfen 76 gewährleistet bleibt.

Sämtliche aus den Ansprüchen, der Beschreibung und der Zeichnung hervorgehenden Merkmale und Vorteile, einschließlich konstruktiver Einzelheiten und räumlicher Anordnungen, können sowohl für sich als auch in den verschiedensten Kombinationen erfindungswesentlich sein.

296087 13

## Schutzansprüche

1. Dispergiereinrichtung für fließfähiges, insbesondere hochviskoses Mischgut, z.B. pastöse Massen, mit wenigstens einem Rotor-Stator-System (10), das an oder nahe einem Behälterboden (12) angeordnet ist, an welchem ein mit wenigstens einem Zahnkranz (16) versehener Stator (14) befestigt und ein Gehäuse (20) vorgesehen ist, das einen Rotor (30) umgibt, dessen Rotorwelle (13) einer Gleitringdichtung (32) umschlossen ist, wobei der Rotor (30) kranzförmig angeordnete Ansätze (35) aufweist, die achsparallel zwischen die Zähne (17) des Stators (14) greifen, wodurch als Scherspalt wirkende Kanäle (45) zwischen Stator (14) und Rotor (30) bei dessen Umlauf nacheinander freigegeben und verdeckt werden, gekennzeichnet durch solche Gestalt und Bemessung der Zähne (17) und/oder der Ansätze (35), daß bei Verstellung des Axialabstandes (w) zwischen Stator (14) und Rotor (30) sich das Scherspaltvolumen überproportional ändert.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Statorzähne (17) und/oder die Rotoransätze (35) – in Querschnitt und/oder Abwicklung gesehen – trapezförmig oder trapezförmig gestaltet sind.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils eine kurze Trapezseite (44) der Statorzähne (17) einer langen Trapezseite (46) eines Rotoransatzes (35) gegenübersteht, so daß die zwischen Stator (14) und Rotor (30) gebildeten Kanäle bzw. Scherspalt (45) etwa prisma- oder prismoidförmiges Volumen haben.
4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Trapez-Öffnungswinkel ( $\alpha$ ) innerhalb einzelner oder aller Zahn- und/oder Ansatzkränze (16, 18; 34, 38) unterschiedlich ist.
5. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Trapez-Öffnungswinkel ( $\alpha$ ) bei aufeinanderfolgenden und/oder sich gegenüberstehenden Zähnen (17) bzw. Ansätzen (35) abwechselnd enger und weiter ist.

14.05.95

6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet durch solche Gestalt und Bemessung der Zähne (17) und/oder der Ansätze (35), daß das Verhältnis ihrer wirksamen Scherflächen (T) zur Umfangsgeschwindigkeit (v) im wesentlichen radiusunabhängig ist.
7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Spaltgeometrie in Abstimmung auf die jeweilige Drehzahl des Rotors (30) veränderlich ist.
8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (30) von einem Motor (40) antreibbar ist, der einen Lüfter und eine Hohlwelle (57) hat, auf welche lüfterseitig eine Stellvorrichtung (60) aufgeschraubt ist, mittels deren die Axialposition des Rotors (30) durch Axialverstellung seiner Welle (43) innerhalb des gehäusefest am Behälterboden (12) montierten Motors (40) einstellbar ist.
9. Einrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Stellvorrichtung (60) eine Schraubkappe (61) aufweist, die von einer zentrischen, an der Rotorwelle (43) angreifenden Stellschraube (62) durchsetzt und mit einem Arretierelement (63) versehen ist.
10. Einrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Stellschraube (62) mit einem Steckschlüssel betätigbar und mit einem Arretier-Kopf (63) konterbar ist.
11. Einrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß zur Begrenzung der Rotorverstellung zwei Anschläge vorhanden sind, nämlich einerseits eine Durchmesserstufe (56) der Welle (43) am abtriebsseitigen Ende der Motor-Hohlwelle (57) und andererseits eine Axialfixierung, z.B. ein Seegerring (59), am lüfterseitigen Ende der Welle (43).
12. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Welle (43) eine doppelwirkende Gleitringdichtung (32) axialverschieblich angeordnet ist, zu deren Drehmitnahme ein in einer Axialnut (68) der Welle (43) verschiebbarer Paßfederstift oder Gewindezapfen (76) vorhanden ist.

298087 13

14.05.96

13. Einrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Welle (43) im Bereich von O-Ringen (73, 73') der Gleitringdichtung (32) reibungsarm ausgebildet ist, z.B. durch reibungsmindernde Beschichtung, eine Teflonhülse o.dgl.
14. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (30) an seiner Unterseite (31) Förderorgane hat, namentlich Schaufeln (49) mit in Axialrichtung (A) verschiedenen Flächen, die unterschiedliche Durchlaß-Konturen erzeugen.
15. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (30) oberhalb des Stators (14) weitere Axialförderorgane (36) aufweist.
16. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß dem Rotor (30) saugseitig ein Sieb, Lochblendenkorb o.dgl. vorgeordnet ist.
17. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein weiterer Ansatzkranz (38) des Rotors (30) vorhanden ist, der dem Zahnkranz (16) des Stators (14) und/oder einem weiteren Stator-Zahnkranz (18) zugeordnet ist.
18. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, gekennzeichnet durch solche Periodizität und Versetzung der Statorzähne (17) und Rotoransätze (35), daß sich in Umfangsrichtung jeweils die n-ten Kanäle offen gegenüberstehen, wobei n eine ganze Zahl ist, bevorzugt  $n = 3$  oder 4 oder 5.

296087 13



# Bezugszeichen - Liste

a, b, c, d, e, f		Teilbilder (von Fig. 9)	
	A		Axialrichtung
	$\alpha$		Öffnungswinkel
	r		Radius
	s		max. Hub/Stellweg
	T		Scherflächen
	v		Umfangsgeschwindigkeit
	w		Axialabstand
10	Rotor-Stator-System	33	Wellenbefestigung
11	Rohrstutzen	34	Ansatzkranz
12	Behälterboden	35	Ansätze
13	Rotorwelle	36	Aufsatz/Flügel
14	Stator	37	Schrägflächen
15	Flansch/Innenkorb	38	zweiter Ansatzkranz
16	erster Zahnkranz	39	Gegenring
17	Zähne	40	Motor
18	zweiter Zahnkranz	41	Flansch
19	Flansch/Außenkorb	42	Abstandsstücke
20	(Stator-)Gehäuse	43	Welle
21	Abschluß/Innenwandung	44	kurze Trapezseite
22	Umlenkeinrichtung	45	Kanäle/Scherspalte
23	Auslaß	46	lange Trapezseite
24	Rücklaufleitung	47	Flachsegmente
25	Lagerdichtungen	48	Rohrgehäuse
26	Stellring	49	Schaufeln
27	Druckausgleicher/Abstreifer	50	Strömungsbeschleuniger (Venturi-Flachdüse)
28	Innenspalt	51	Dampfführung
29	Außenspalt	52	Gleitflächen
30	Rotor	53, 53'	Dampfkanal
31	Unterseite	54	Sperraum
32	Gleitringdichtung		

14.05.95

55	Laufgradabdichtung	68	Axialnut
56	Durchmesserstufe	69	Gehäuse
57	Hohlwelle	70, 70'	Ringkörper
58	Gewindeloch	71, 71'	O-Ring
59	Seegerring	72, 72'	Gleitring
60	Stellvorrichtung	73, 73'	O-Ring
61	Schraubkappe	74, 74'	Druckring
62	Stellschraube	75	Mitnehmer
63	(Arretier-)Kopf	76	Paßfederstift/Gewindezapfen
64	Rändelung	77	Druckfederung
65	O-Ring	78	Einlagering
66	Außengewinde	79, 79'	Halteschrauben
67	unteres Ende (von 57)		

298087 13

Fig. 1a

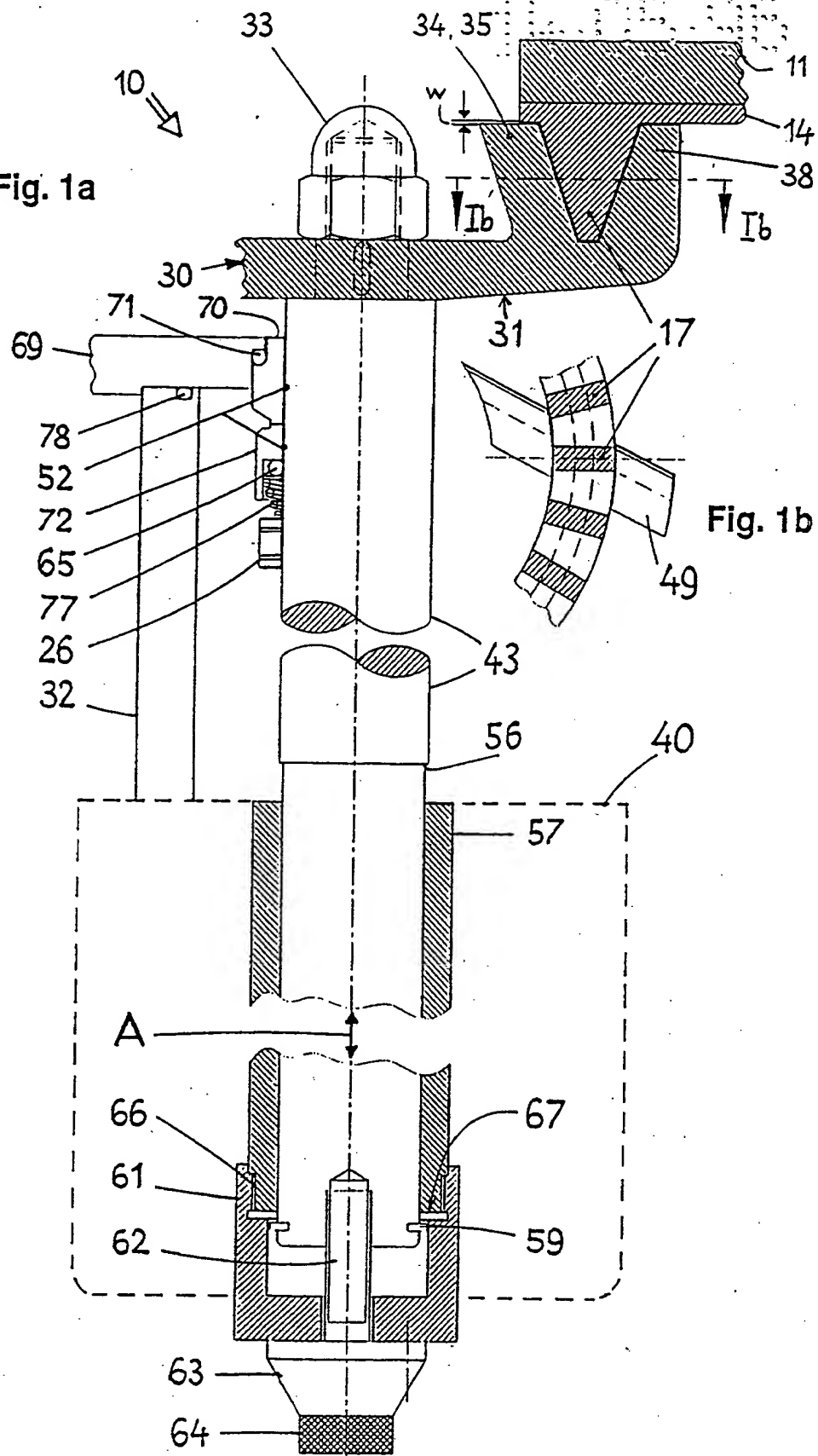
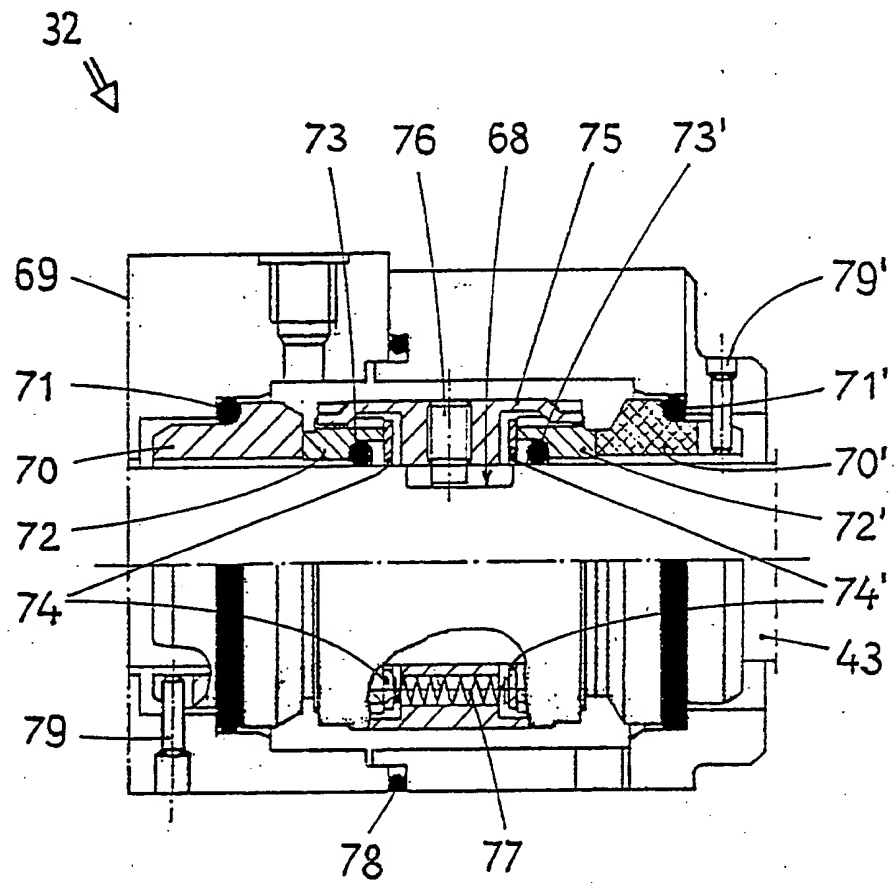


Fig. 1b

Fig. 2



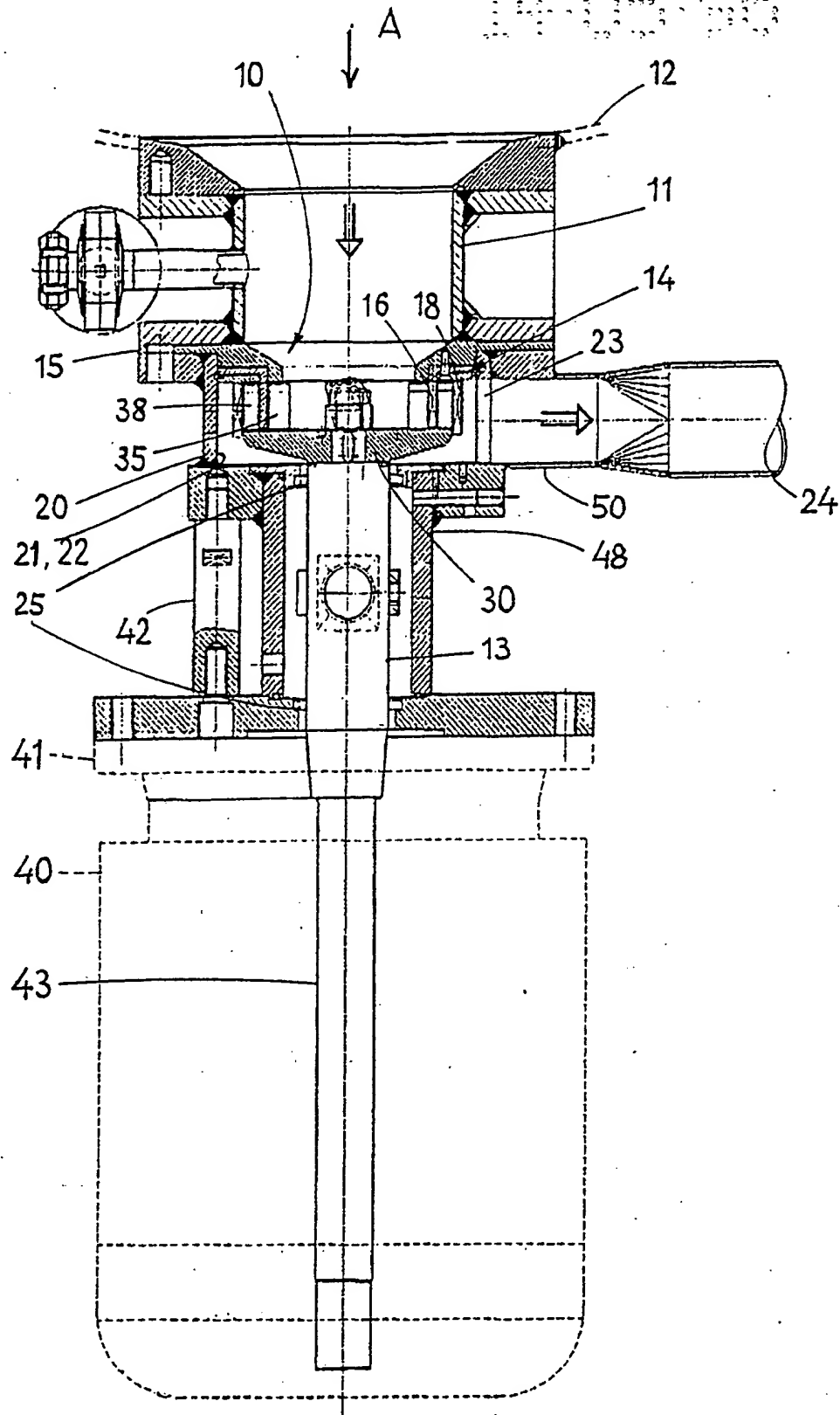


Fig. 3

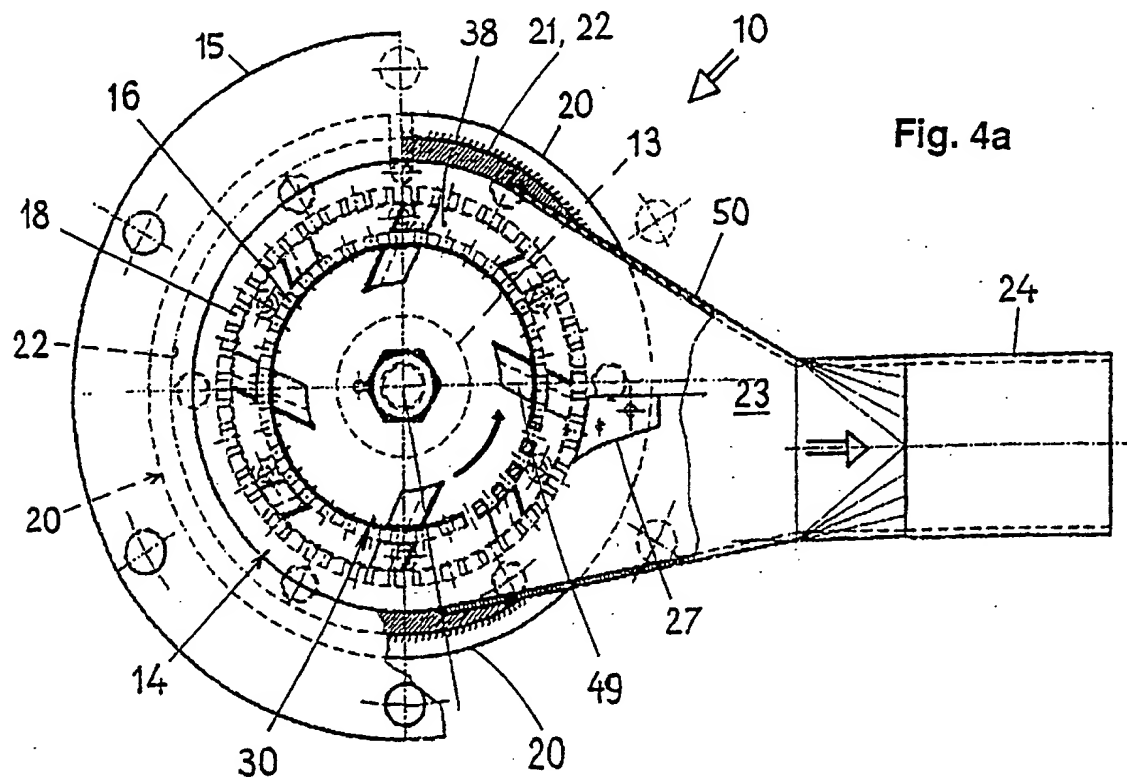


Fig. 4a

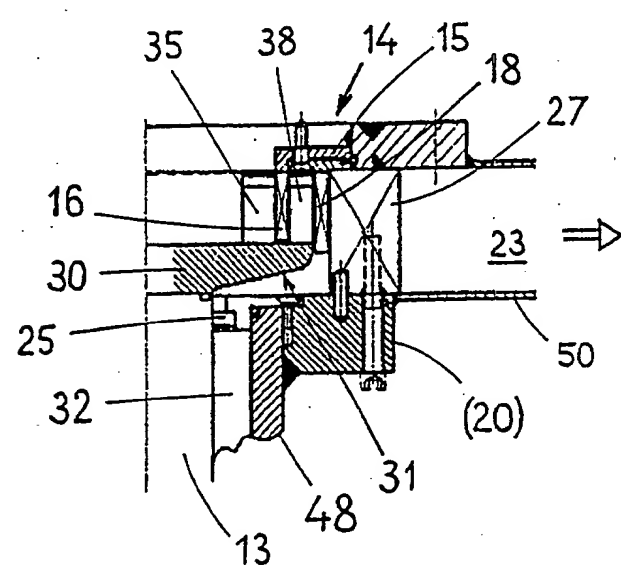
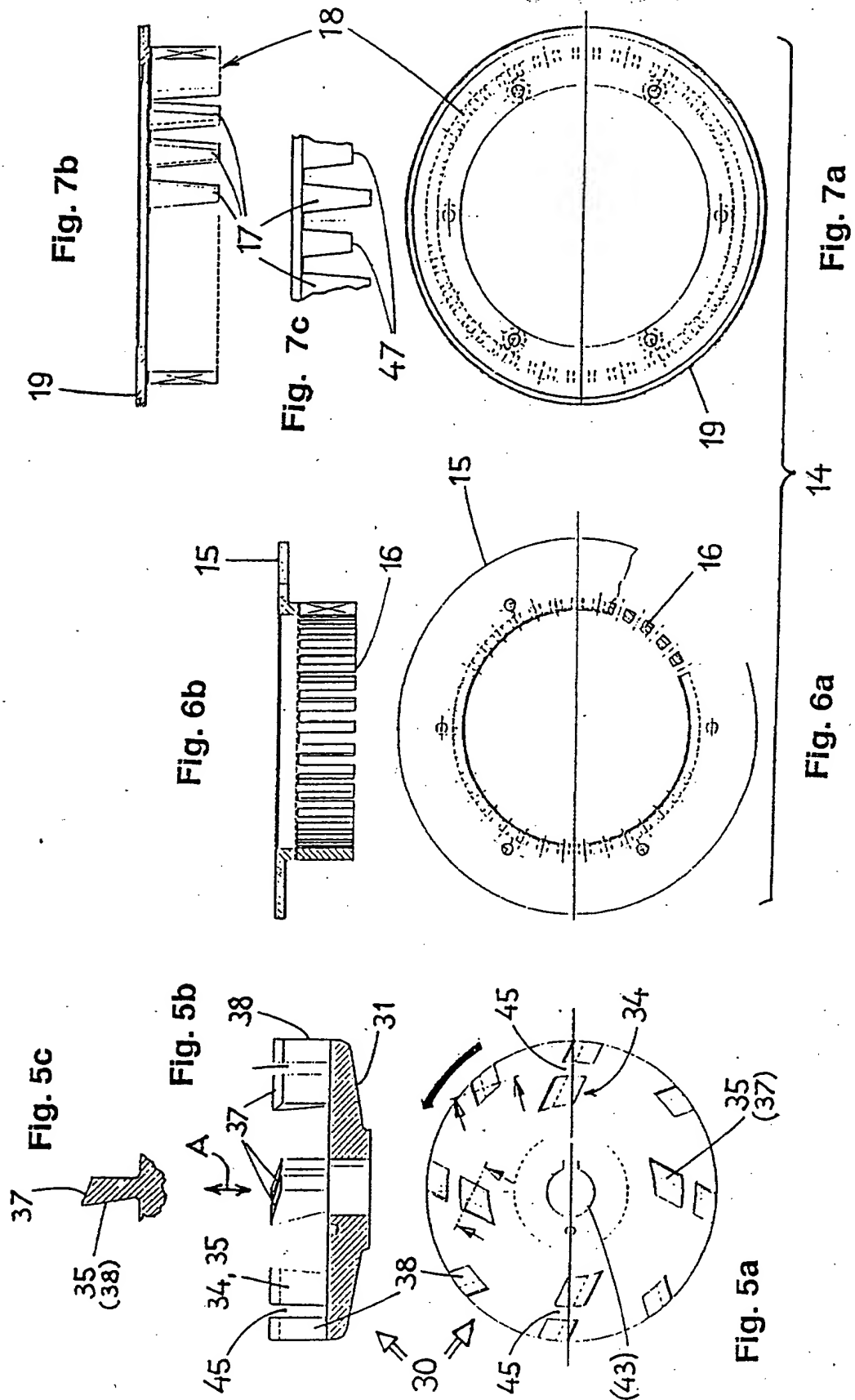


Fig. 4b



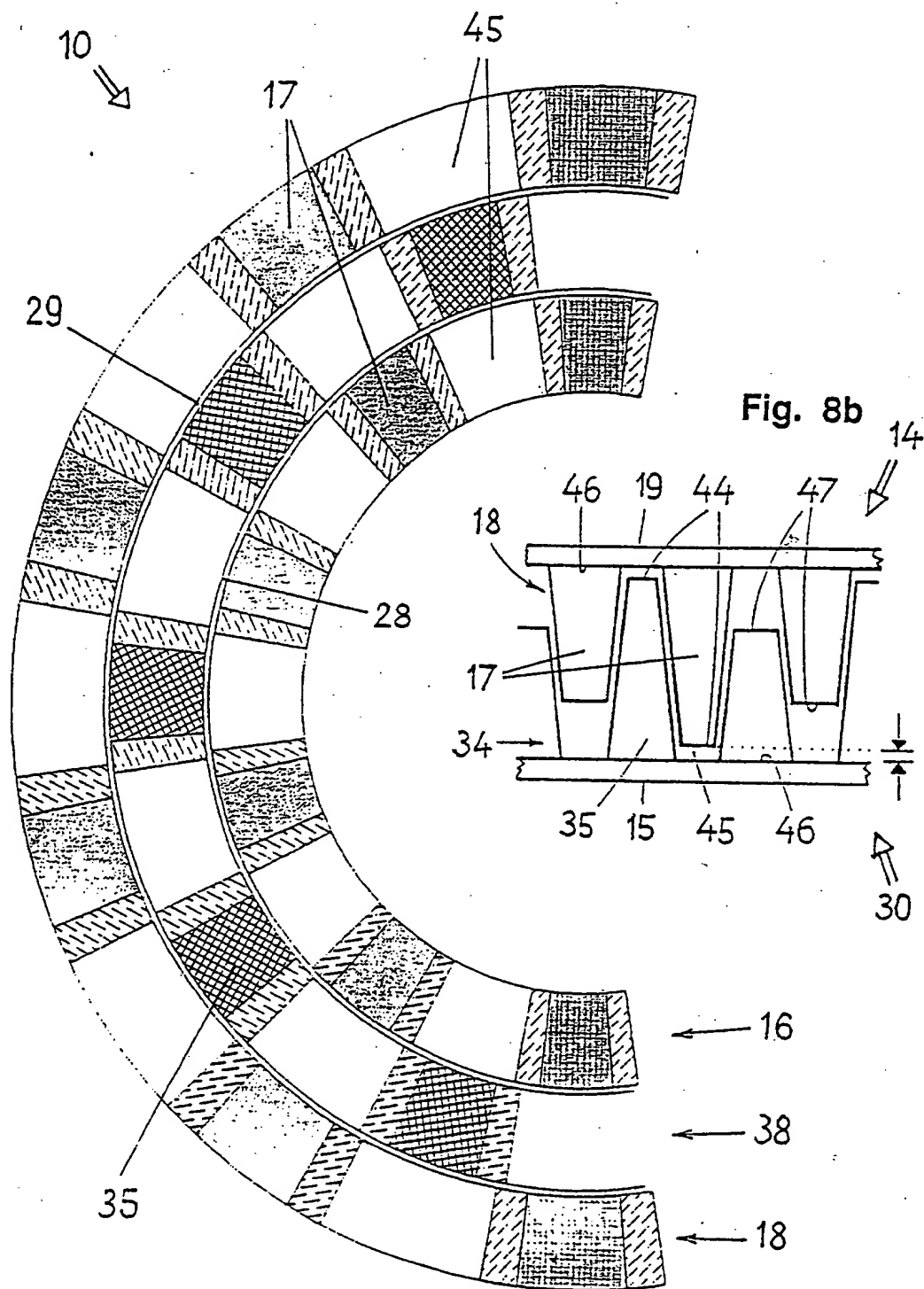


Fig. 8a



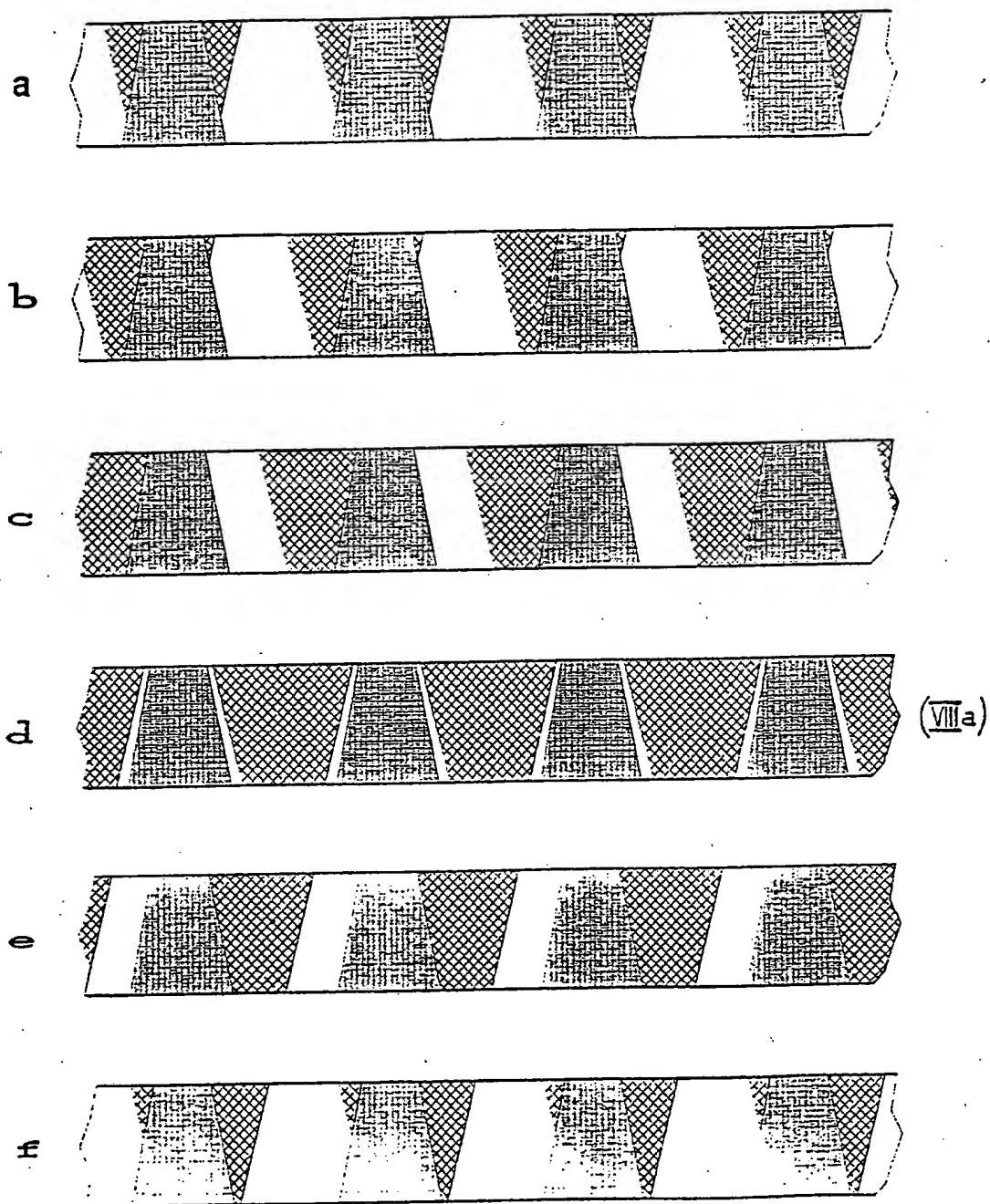


Fig. 9

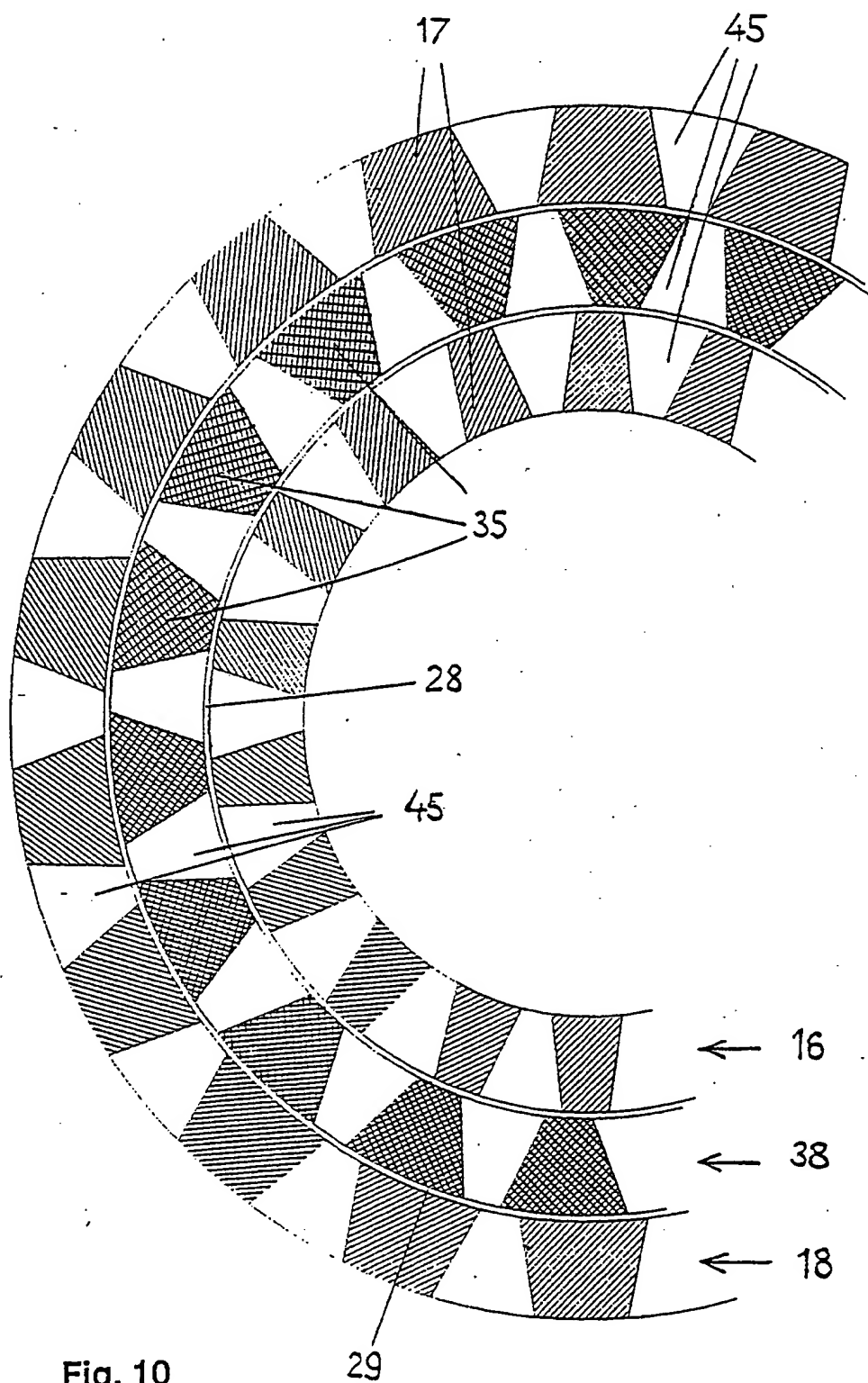


Fig. 10

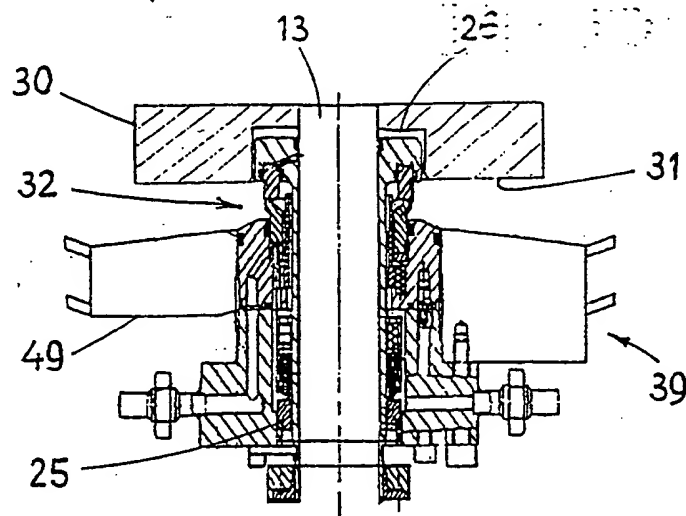


Fig. 11

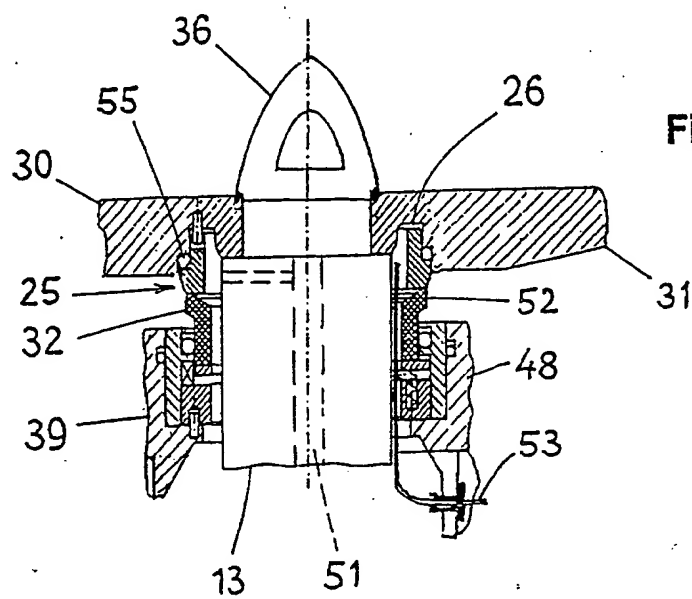


Fig. 12

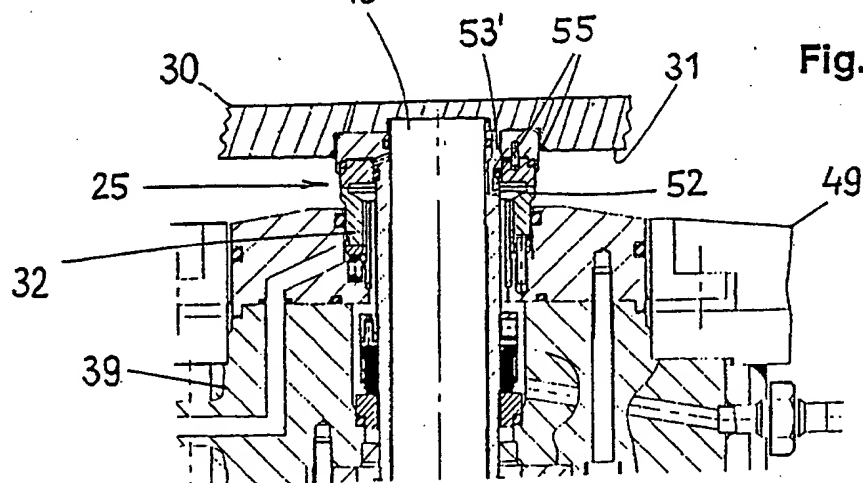


Fig. 13